

Artículo/Article
Sección B/Section B
Vol. 16, nro. 2
e3381

La Rematriación de maíz (*Zea mays* L.) nativo para el pueblo indígena Kamëntsá-biyá, en el departamento del Putumayo, Colombia

John F. Hernández Nopsa [1]*, Juliene A. Barreto Rojas [2], Manuel A. Guzmán Hernández [3], Karen V. Osorio Guerrero [1], Luis F. Rincón Manrique [4], Julio Ramírez Durán [1]*

[1] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Departamento de Semillas, Bogotá, Colombia.

[2] AGROSAVIA, Centro de Investigación Palmira, Palmira, Valle del Cauca, Colombia.

[3] AGROSAVIA, Centro de Investigación La Selva, Rionegro, Antioquia, Colombia.

[4] AGROSAVIA, Centro de Investigación Obonuco, Pasto, Nariño, Colombia.

*Autores para correspondencia / corresponding authors, e-mail: jramirezd@agrosavia.co; jhernandezn@agrosavia.co

The Rematriacion of native corn (*Zea mays* L.) for the Kamëntsá-biyá Indigenous people, in the department of Putumayo, Colombia

Abstract

The most important challenges that humanity faces today are biodiversity loss and erosion of germplasm resources, both highly enhanced by climate change, climate variability, and anthropogenic causes. These phenomena were identified in local production seed systems (SLS) and local agricultural communities such as the native indigenous people Kamëntsá-biyá in Putumayo, Colombia, particularly in corn. The intercultural dialogue allowed AGROSAVIA to reach different agricultural communities and develop strategies to strengthen SLS and improve food security and food sovereignty locally. To mitigate the loss of corn landraces, AGROSAVIA prepared a strategy called Seed Rematriation, a strategy developed jointly with the Kamëntsá-biyá community. To the Kamëntsá-biyá people, the strengthening of their agricultural system (called jajañ) begins with rescuing corn landraces that were lost. Human factors or climate variability are the most common causes of this disappearance. Seed Rematriation reinforces the agricultural, cultural, and food bases of local communities. To rescue corn seed, we use accessions stored in the Colombian Germplasm Banks for Food and Agriculture (BGAA). We identified and increased ten corn accessions collected in the Putumayo and stored more than three decades ago. We agreed with the Kamëntsá-biyá people to return this seed to their community. The seed increase was done at the AGROSAVIA research center La Selva (Rionegro, Antioquia). La Selva has optimal agroclimatic conditions to increase corn seed from the Putumayo area. Seed increase was done using a plot under controlled pollination per accession, where we finally obtained quality seeds of each accession. Simultaneously, we strengthened the Kamëntsá-biyá Seed Guardian Network so that they could increase, produce, and store corn seeds using their cultural practices. Rematriation implies the conscious and respectful return of landraces or native seeds to their communities, with the recognition of their intrinsic value and the preservation of cultural practices associated with their seeds. Rematriation is based on respect and cultural understanding and prioritizes community



Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0



Editado por / Edited by: María Gabriela Albán

Recibido / Received: 30/06/2024

Aceptado / Accepted: 19/08/2024

Publicado en línea / Published online: 16/12/2024

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3381



participation during the strengthening of their agricultural production systems through interculturality. Finally, seed rematriation contributes to food security, food sovereignty, and food identity. It facilitates the conservation and rescue of agrobiodiversity using both *in situ* and *ex situ* strategies. Here, we describe the rematriation principles and depict their actions to articulate rescue, conservation, restoration, and increase processes carried out jointly between Kamëntsá-biyá and AGROSAVIA with the BGAA. Thus, we enrich the delivery of seed to communities and strengthen the capacities of the SLS.

Keywords: corn, plant genetic resources, seed bank, agrobiodiversity, food security, food sovereignty, quality seed.

Resumen

La pérdida de la agrobiodiversidad y la erosión de los recursos fitogenéticos son fenómenos acentuados recientemente por el impacto de la variabilidad climática y de acciones antropogénicas. Estos fenómenos fueron identificados en sistemas locales de producción de semilla (SLS) y en comunidades agrícolas locales, como el pueblo indígena Kamëntsá-biyá en el Putumayo, Colombia, para maíz. El diálogo intercultural le permitió a AGROSAVIA acercarse a comunidades agrícolas y construir estrategias para fortalecer los SLS, y simultáneamente, mejorar la seguridad y soberanía alimentarias locales. Una estrategia para mitigar la pérdida de maíces nativos es la que denominamos "Rematriación", y que desarrollamos con los Kamëntsá-biyá. Para ellos, el fortalecimiento de su sistema de producción agrícola —denominado *jajañ*— inicia con la recuperación de maíces nativos desaparecidos por factores antropogénicos o climáticos. La "Rematriación" robustece su base agrícola, alimentaria y cultural. Para recuperar los maíces desaparecidos empleamos las accesiones en los Bancos de Germoplasma para la Alimentación y la Agricultura (BGAA) de Colombia, que son administrados por AGROSAVIA. Allí identificamos diez accesiones recolectadas en el Putumayo y conservadas por más de tres décadas. Posteriormente, acordamos con los Kamëntsá-biyá incrementar estos materiales para retornarlos a la comunidad. Este incremento se ejecutó en el Centro de Investigación La Selva, de AGROSAVIA (Rionegro, Antioquia), cuyas condiciones agroclimáticas son óptimas para multiplicar maíces de clima frío moderado, además de ser similares a las del Putumayo. Establecimos una parcela exclusiva de incremento bajo polinización controlada por accesión y obtuvimos semilla de calidad. Paralelamente, fortalecimos la Red de Guardianes de Semillas Kamëntsá-biyá para que multipliquen, produzcan y conserven —bajo sus prácticas culturales— la semilla retornada. La "Rematriación" es el retorno consciente y respetuoso de semillas nativas a las comunidades, con el reconocimiento de su valor intrínseco y la preservación de las prácticas culturales asociadas a las semillas. La "Rematriación" se fundamenta en el respeto y la comprensión cultural, y prioriza la participación comunitaria durante el fortalecimiento de los sistemas de producción agrícolas propios desde la interculturalidad. Finalmente, esta contribuye a la soberanía, seguridad e identidad alimentarias de las comunidades. Facilita la conservación y el rescate de la agrobiodiversidad con procesos *ex situ* e *in situ*. Aquí, describimos los principios de la Rematriación y detallamos las acciones hechas con los Kamëntsá-biyá para articular la conservación en el BGAA y la recuperación de semillas de las comunidades. Así, enriquecemos la entrega de semilla a las comunidades y fortalecemos las capacidades de los SLS.

Palabras clave: maíz, recursos fitogenéticos, bancos de semillas, agrobiodiversidad, seguridad alimentaria, soberanía alimentaria, calidad de semilla.

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3381



INTRODUCCIÓN

Colombia es el segundo país más biodiverso del mundo y ostenta, además, el segundo lugar con mayor biodiversidad de plantas con flores; la región andina es la que tiene mayor concentración de biodiversidad [1], con un estimado de 30.736 especies vegetales, y un sinnúmero de endemismos, lo que abre la puerta a muchas oportunidades tanto científicas como económicas [2]. Asimismo, Colombia posee una diversidad étnica y cultural enorme. En la nación colombiana habitan 115 pueblos indígenas de diversos orígenes y tradiciones lingüísticas y culturales, con una población autoreconocida como indígena de 1.905.617 personas, de las cuales el 64 % habita territorios colectivos legalizados. El resto de la población se localiza en centros urbanos o en zonas rurales dispersas. Los Kamëntsá-biyá, uno de los pueblos indígenas colombianos, ubicados en el valle de Sibundoy, Putumayo, contaban en el censo de 2018 con 7.521 habitantes [3, 4].

La agrobiodiversidad, o biodiversidad agrícola, es la diversidad de los sistemas agrícolas, e incluye desde genes, variedades y especies, hasta las prácticas agrícolas y la composición del paisaje [5]. En palabras más simples, es la gama de especies diferentes de plantas silvestres y domesticadas, animales, hongos y microorganismos que se encuentran en los ecosistemas agrícolas y en los sistemas rurales que producen alimentos y materias primas [6].

Sin embargo, la pérdida y disminución de la agrobiodiversidad —y de la biodiversidad misma— es uno de los enormes desafíos que la humanidad enfrenta actualmente. Este desafío es causado por los efectos directos de la variabilidad y el cambio climáticos (CVC), o indirectos, como el incremento o el cambio en las dinámicas de plagas y patógenos promovidos también por el CVC y el transporte global [6, 7, 8, 9, 10]. Infortunadamente, se suman otras causas de tipo antropogénico como la deforestación, el uso inadecuado de suelos, las industrias extractivas como la minería, los incendios, la producción agropecuaria (particularmente la ganadería), la sobreexplotación de recursos naturales, el consumo de leña, la introducción de especies exóticas e invasoras, y los conflictos sociales, entre muchas más [2, 11].

Las sociedades humanas dependen altamente de la naturaleza, ya que la biodiversidad es el soporte de una multiplicidad de servicios ambientales, los cuales se agrupan en cuatro tipos: de aprovechamiento (leña, plantas medicinales, peces); culturales (belleza de paisajes, sitios sagrados, valores espirituales); reguladores (funciones vitales de los ecosistemas como la regulación del clima, de la erosión, la protección frente a desastres naturales); y de apoyo (procesos esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas como la formación de suelos y crecimiento de plantas) [11]. Dependemos plenamente de la naturaleza y su biodiversidad para el mantenimiento de la calidad del aire, del suelo, la obtención de agua fresca, y la agricultura, puesto que el 75 % de los cultivos mundiales dependen de la polinización animal [12].

La alteración o pérdida de la agrobiodiversidad limitaría su uso en procesos fundamentales para la sociedad, como la producción de alimentos y el fitomejoramiento [13]. Sin embargo, existe un deterioro ambiental que está destruyendo los ecosistemas, cuyas consecuencias se reflejan en el agotamiento de los recursos naturales, la extinción de las especies, la pérdida de agrobiodiversidad, la contaminación del agua y del aire, y en la aparición de enfermedades emergentes y reemergentes, que afectan no solo a los humanos, sino a todas las especies [11].

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3381



Los sistemas de semilla son los canales a través de los cuales los agricultores pueden adquirir el material vegetal, ya sea por fuera o en interacción con la industria de semillas, y tienen diferentes incentivos para escoger una especie agrícola, una variedad o un material sobre otro [14]. Los sistemas de semilla involucran tanto elementos biofísicos como a todas las partes interesadas que sostienen el sistema, es decir, elementos socioeconómicos [15].

Generalmente, los sistemas de semilla se dividen en dos tipos. El primero, el Sistema Local de Semilla, en donde los agricultores —quienes son los actores fundamentales del manejo de los recursos fitogenéticos locales— guardan, producen, intercambian, compran, venden, acondicionan y seleccionan semillas (nativas y mejoradas) de múltiples especies agrícolas en una comunidad o región [16]. Es decir, por medio de diversas interacciones y procesos, producen y conservan semillas de interés local para su propia comunidad. En muchos casos, la producción de semilla no es especializada e integra la producción para autoconsumo y para venta de distintas especies (v. g., granos, raíces y tubérculos), e incluye guardar material vegetal para la próxima siembra, así como la difusión de semilla a otros campesinos, frecuentemente dentro de su comunidad [17].

El segundo es el denominado Sistema Formal de Semilla, caracterizado por una producción y distribución de semilla de variedades aprobadas (certificadas) con un estricto control de calidad [17]. El sistema formal es frecuentemente liderado por el comercio o el Estado [18]. En Colombia, el sistema formal está liderado por el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. En ocasiones, a los sistemas locales de semilla, liderados por los agricultores, se les refiere como "sistemas informales". Este término causa confusión, ya que en los contextos locales se les atribuye cierta formalidad, porque siguen ciertas normas y reglas sociales [5, 18]. Por ello, es más apropiado denominarlos sistemas locales. Comparativamente, existen menos estudios económicos de los sistemas locales [14].

En conjunto, los sistemas de semilla —que están compuestos por los sistemas locales y los formales— determinan la disponibilidad de semillas para todos los agricultores. Estos dos sistemas son interdependientes y se permean mutuamente [18], y son importantes para que las comunidades agricultoras fortalezcan su producción de semillas, de alimentos y de otros productos agrícolas.

La semilla, como eje fundamental de los sistemas agrícolas, debe cumplir con unas condiciones mínimas de calidad que beneficien al productor, al medio ambiente y a la propia comunidad o clientela de la semilla. La calidad de la semilla —definida por sus atributos físicos, fisiológicos, genéticos y sanitarios [19, 20]— le permite al agricultor conocer el potencial fisiológico, la sanidad, la pureza, la viabilidad, la germinación, el vigor y la uniformidad de un lote de semillas. La calidad de la semilla es determinante para el inicio y posterior obtención de cultivos exitosos, productivos, y libres de enfermedades y plagas transmitidas vía semilla, y asimismo para lograr su potencial productivo a campo [21, 22, 23].

Los bancos de germoplasma de Colombia son los sitios que albergan las colecciones biológicas, que protegen la agrobiodiversidad y que garantizan su viabilidad, distribución y uso [24]; y con ellos se previenen y mitigan procesos de desaparición o extinción de especies, o de algunas de sus poblaciones. Además del uso que tradicionalmente le dan los fitomejoradores, el aprovechamiento de los bancos se ha extendido a la conservación, a



la distribución de la biodiversidad, y a comunidades más amplias de usuarios [25]. El origen de los —hoy llamados— Bancos de Germoplasma para la Alimentación y la Agricultura (BGAA) data de finales de la década de los treinta en el siglo XX, cuando se establece la política de recursos genéticos, y es en los cuarenta cuando inician las recolectas y colecciones de especies vegetales con potencial agrícola, como la papa y el maíz [26].

Posteriormente, las colecciones fueron custodiadas y administradas por el DIA (Departamento de Investigación Agrícola) y luego por el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) hasta 1994 [27]. Ese mismo año se fundó la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), hoy AGROSAVIA, con funciones de investigación separadas del ICA; y simultáneamente se conformó el SBGNAA (Sistema de Bancos de Germoplasma de la Nación para la Alimentación y la Agricultura), y se le delegó a Corpoica su administración [26]. En 1996, el SBGNAA se organizó en tres bancos: el animal, el vegetal y el de microorganismos, a partir de los cuales se conformó el BGAA [28]. Actualmente, el BGAA es administrado por AGROSAVIA y se divide en el Banco de Germoplasma Animal (BGA), el Banco de Germoplasma de Microorganismos (BGM), y el Banco de Germoplasma Vegetal (BGV) [26]. Actualmente, el BGV conserva más de 30.000 accesiones de 275 especies [29].

El maíz (*Zea mays* L.) fue domesticado hace 9.000 años en el sur de México y tuvo una posterior domesticación en América del Sur [30, 31, 32]. Los primeros análisis de diversidad de maíz reconocieron 23 razas en Colombia, agrupadas en tres categorías: primitivas, introducidas e híbridas, las cuales se originaron por cuatro factores de evolución: aislamiento geográfico, hibridación interracial, hibridación con maíces contaminados con teocintle procedente de México e hibridación del maíz con el género *Tripsacum* [33, 34]. Un estudio posterior mantiene la existencia de las tres categorías, pero cambia el número de razas por categoría [35]. A mayo del 2024, Colombia en su BGV posee cerca de 6.000 accesiones de maíz, de las cuales 1.182 están clasificadas como criollas, provenientes de diferentes departamentos de Colombia.

Uno de los problemas serios que aqueja a la humanidad —junto con el CVC, la pérdida de la biodiversidad y la disminución de la agrobiodiversidad— es el hambre. Este problema se aborda desde tres enfoques: el técnico (la seguridad alimentaria), el reivindicativo (la soberanía alimentaria) y el jurídico (el derecho a la alimentación), enfoques que se han enriquecido mutuamente y que han complejizado la lucha contra el hambre [36]. Brevemente, la seguridad alimentaria establece que esta existe "cuando todas las personas tienen acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a alimentos a fin de llevar una vida activa y sana" [37]. La soberanía alimentaria se define como "el derecho de los pueblos de definir su propio sistema alimentario, sus políticas y estrategias sostenibles de producción, distribución y consumo de alimentos nutritivos, culturalmente adecuados y accesibles" [36]. Finalmente, el derecho humano a la alimentación adecuada se conoce como "el derecho a tener acceso, de manera regular, permanente y libre, sea directamente, sea mediante compra en dinero, a una alimentación cuantitativa y cualitativamente adecuada y suficiente, que corresponda a las tradiciones culturales de la población a que pertenece el consumidor y que garantice una vida física y psíquica, individual y colectiva, libre de angustias, satisfactoria y digna" [38].

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3381



Es muy importante destacar que las comunidades étnicas juegan un papel clave en la conservación de zonas biodiversas y culturalmente importantes [11]. Sin embargo, las comunidades agricultoras preservan y multiplican la agrobiodiversidad con sus prácticas, tierras, trabajo e intercambios [5, 39], pero no necesariamente con el objetivo final de la conservación [5]. Tradicionalmente, los sistemas locales de semilla mantienen la agrobiodiversidad, e intercambian semillas adaptadas para garantizar la tenencia de material de siembra para la próxima temporada [40]. Lugo-Castilla y otros plantean que las redes de intercambio de semillas de pequeños agricultores son fundamentales para la conservación local de la agrobiodiversidad y contribuyen a la seguridad alimentaria, particularmente con maíz [41]. La contribución de las redes de semillas de agricultores es esencial porque permiten el movimiento de semilla entre los agricultores y también entre la naturaleza, los mercados locales, las agencias nacionales de semilla, los centros de investigación, los agronegocios y los mercados agrícolas en el territorio; estas redes son abiertas, lo cual no implica que los flujos de semilla estén libres de obstáculos, puesto que las semillas tienen ciertos significados y costos sociales [18]. Existe una relación entre la agrobiodiversidad y la diversidad cultural, en donde las redes de intercambio de semillas están embebidas en la organización social de los agricultores [42].

El enfoque biocultural da una perspectiva más holística en la identificación e investigación de las interrelaciones complejas que existen entre los procesos ecológicos y las dinámicas culturales [43]. Los procesos bioculturales de conservación de semillas nativas y criollas implican la valoración de los sistemas tradicionales —de una comunidad local o étnica— en la conservación de los conocimientos asociados a los sistemas de semilla con el objeto de lograr un trabajo intergeneracional [44].

La rematriación de semillas nativas es el reintegro de estas semillas a sus comunidades de origen, desde las instituciones que las almacenan o guardan [45]. Sin embargo, el concepto indígena de rematriación reclama patrimonios ancestrales, espirituales, culturales y conocimientos indígenas, y es un concepto que se contrapone al de repatriación y que proviene de una postura patriarcal que se asocia con el colonialismo [45].

MATERIALES Y MÉTODOS

El Pueblo Kamëntsá-biyá y la pérdida de maíces

El pueblo Kamëntsá-biyá es originario del Valle del Sibundoy, en el piedemonte amazónico. Este territorio es altamente biodiverso, lo que le ha permitido a los Kamëntsá-biyá construir y reproducir por generaciones todo un acervo de conocimientos sobre usos, aprovechamientos y cosmovisiones que constituyen su identidad. Sin embargo, la modernización de la sociedad y el desarrollo de la agricultura han llevado a un desplazamiento de las prácticas y conocimientos tradicionales debido al predominio de nuevos patrones de consumo y a la prevalencia de cultivos comerciales que ponen en riesgo la cultura local.

Los procesos de colonización, promovidos inicialmente por las misiones evangelizadoras y los procesos de ocupación del territorio por campesinos colonos a lo largo del siglo XX, han impulsado los sistemas productivos de fríjol, arveja, diversos frutales y ganadería, orientados

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3381



a abastecer mercados regionales y nacionales. Esto ha generado una reconfiguración del territorio en la que ahora prevalecen paulatinamente los cultivos comerciales sobre los sistemas tradicionales de producción Kamëntsá-biyá, como el *jajañ*. Asimismo, se da una paulatina erosión de las prácticas productivas locales y del conocimiento y usos de las especies nativas. Como resultado, la comunidad identifica como problemáticas una mayor predilección por productos empaquetados y enlatados sobre los alimentos tradicionales, una disminución de las áreas sembradas con *jajañ* y una pérdida de semillas y plantas nativas.

AGROSAVIA adelantó en 2023 la iniciativa "Fortalecimiento de los Sistemas Territoriales de Innovación con enfoque diferencial con el resguardo Kamëntsá-biyá", para empoderar a las comunidades locales en los procesos de gestión del territorio, con el apoyo del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Con base en diálogos interculturales, que permitieron reconocer y validar conocimientos locales y ancestrales, se diagnosticaron e identificaron las demandas territoriales que requerían una intervención directa. De manera participativa se estableció una acción para el rescate, la conservación y la multiplicación de semillas nativas asociadas al *jajañ*.

Inicialmente, se identificó la importancia de la conservación y custodia de semillas locales y nativas por parte de los Kamëntsá-biyá. Si bien algunas familias de manera aislada mantienen las semillas en su sistema de producción tradicional —el *jajañ*—, es necesario que la conservación y custodia de dichas semillas sea comunitaria, lo que robustecería la preservación de estas. Igualmente, debe fortalecerse la producción e intercambio de semilla de calidad de dichos materiales, simultáneamente con los conocimientos asociados a estas semillas. Para ello, la comunidad conformó una "Red de Guardianes de Semilla" (*Enabuatambayëng jenay uakeknayëng*) bajo sus esquemas de trabajo colectivo agrupados en cuadrillas (*enabuatambayëng*), para promover la conservación, multiplicación e intercambio de semillas de calidad en la comunidad.

Paralelamente, la comunidad identificó la disminución de la diversidad de los maíces cultivados en su territorio. Con el modelo de producción comercial de maíz predominan los híbridos, cuya venta se convierte en una alternativa de ingresos para los periodos en los cuales no hay cosecha de fríjol. Esto se suma a la disminución del consumo de maíces tradicionales por los cambios de dieta y a otros procesos sociales que han ocurrido en los últimos años. Como alternativa a esta situación, la comunidad ha decidido obtener semillas nativas de maíz para su multiplicación, consumo y conservación.

AGROSAVIA —como administradora del BGAA, que conserva una importante colección de germoplasma, incluidos maíces recolectados en el Alto Putumayo— acuerda con la comunidad reintroducir a sus territorios materiales de maíces perdidos o en riesgo de desaparición. Esta reintroducción, así como el posterior incremento comunitario de maíces, cuenta con el constante apoyo y seguimiento técnico de AGROSAVIA.

Diálogos interculturales con el pueblo Kamëntsá-biyá

Los dos primeros retos que tuvo AGROSAVIA, como institución científica y técnica, con el pueblo Kamëntsá-biyá fueron construir confianza mutua y dialogar para alinear las perspectivas institucionales e indígenas. Para allanar este camino, el acercamiento de AGROSAVIA al resguardo fue fundamental, ya que a partir del relacionamiento en

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3381



el territorio indígena —en donde se conoció la cotidianidad de sus habitantes, se compartieron sus costumbres, alimentos y bebidas— fuimos invitados a participar en algunas de sus prácticas tradicionales. Estos acercamientos, hechos en distintos espacios del resguardo y en diferentes fechas, siempre fueron respetuosos y permitieron una apertura mutua. Durante las primeras reuniones concertamos una hoja de ruta para identificar necesidades y proponer soluciones.

Un problema recurrentemente mencionado fue la desaparición de algunas de las semillas usadas tradicionalmente por los Kamëntsá-biyá —particularmente de maíces— por distintas razones, entre ellas el desinterés de algunos miembros de la comunidad por cultivarlas, el uso mayoritario de otros materiales de maíz, la facilidad de acceso a semillas comerciales, el desconocimiento de las técnicas y los procesos de conservación de semilla, la poca demanda de ciertas semillas, los problemas fitosanitarios, los cambios en las condiciones climáticas y los cambios acaecidos en el *jajañ*. La interacción de las anteriores variables condujo a la desaparición de algunos tipos de maíces en dicho territorio.

Una solución para mitigar la pérdida de maíces surgió a partir de las capacidades y experiencias que AGROSAVIA tiene en el Departamento de Semillas, en el Departamento de Agrobiodiversidad y en los BGAA, específicamente en el BGV. Propusimos identificar y seleccionar algunas accesiones de maíz recolectadas en el Valle del Sibundoy, Putumayo, para su incremento y posterior reintegro a la comunidad para su multiplicación y difusión a todos los miembros; es decir, rematriar semilla de maíz al pueblo Kamëntsá-biyá.

Pero la Rematriación propuesta y ejecutada por AGROSAVIA no es solo el acto de devolver la semilla; implica un acompañamiento antes, durante y después de la siembra de la semilla, así como un constante diálogo para fusionar el conocimiento técnico de producción de maíz de AGROSAVIA con las prácticas propias del *jajañ*, con el respeto de las tradiciones y la cultura Kamëntsá-biyá. Esta propuesta fue acogida y de esta manera se inició el proceso de Rematriación en Colombia liderado por AGROSAVIA.

En las reuniones y diálogos, se realizaron talleres del tipo "aprender haciendo" en temas fundamentales como la calidad de semilla [20, 46], los procesos de conservación de esta y los Bancos Locales de Semilla [6, 47, 48]. Estos temas fueron básicos en la apropiación del conocimiento y permitieron mejorar la producción y el almacenamiento de las semillas. De esta manera se fortalecieron las capacidades del sistema local de semilla. En estos talleres se trabajó específicamente con maíz y fríjol, y con ejemplos de otras especies de reproducción sexual y asexual como guandul, plátano, cacao, papa, yuca, etc. [21, 49, 50]. En los talleres también se contó con la participación del ICA y del Servicio Nacional del Aprendizaje (SENA).

Material genético de maíz

Diez accesiones de maíz (Tabla 1) recolectadas en el Valle de Sibundoy, Putumayo, y conservadas en el BGAA, fueron tomadas para su incremento en campo y posterior Rematriación al pueblo Kamëntsá-biyá. Estas accesiones fueron transferidas mediante la firma de un Acuerdo de Entrega de Recurso Biológico emitido por AGROSAVIA, como garante y administrador de los recursos genéticos de Colombia.

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3381



TABLA 1. Identificación de las accesiones de maíz seleccionadas para la Rematriación al pueblo Kamëntsá-biyá, en el departamento de Putumayo, Colombia.

Accesión	Código BGAA*	Nombre común	Municipio	Altitud (m s. n. m.)	Color principal del grano
Putumayo 307	30402045	Mayo	Santiago	2.000	amarillo
Putumayo 317	30401418	Morocho	Santiago	2.050	amarillo
Putumayo 343	30400824	Capio	Sibundoy	2.000	blanco
Putumayo 344	Sin codificación	Capio	Sibundoy	2.000	blanco
Putumayo 345	30401419	Capio común	Sibundoy	2.000	amarillo
Putumayo 346	30401726	Capio	Sibundoy	2.000	blanco
Putumayo 359	30403656	No reportado	Sibundoy	No reportada	blanco
Putumayo 362	30403657	No reportado	Sibundoy	No reportada	naranja
Putumayo 364	30403658	No reportado	Sibundoy	No reportada	amarillo
Putumayo 374	30401729	Duro	Sibundoy	2.100	blanco

* Banco de Germoplasma para la Alimentación y la Agricultura (BGAA) de Colombia.
Fuente: Elaboración propia con base en el BGAA.

Ubicación del lote de incremento

Las accesiones fueron multiplicadas en el Centro de Investigación (C. I.) La Selva de AGROSAVIA; en Rionegro, Antioquia (6°7'51" N; 75°24'58" O), entre noviembre del 2023 y mayo del 2024. El C. I. La Selva se encuentra a 2.110 m s. n. m. en la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB), de acuerdo con la clasificación de zona de vida propuesta por Holdridge [51]. Su temperatura media anual es de 17.1 °C, con una precipitación anual de 1.917 mm y HR de 78 %. Sus suelos pertenecen al orden *Andisols, Typic Fulvudands* [52], los cuales están formados sobre ceniza volcánica con altos contenidos de carbón orgánico (mayor al 5 %) y con moderada presencia de aluminio.

Siembra para incremento de semilla

Cada accesión fue sembrada en dos surcos de 25 m de largo, distanciados 0,8 m entre ellos. Las plantas fueron sembradas a 0,2 m entre sí, con una densidad de 62.500 plantas por hectárea, y con un área de 40 m^2 por parcela. La preparación del suelo para la siembra fue mecanizada y se emplearon arados de disco, cinceles, y surcador. En la siembra, de tipo manual, se plantaron 2 semillas por punto de siembra y se realizó un raleo o entresaque a los 20 días después de la emergencia. Durante la siembra se fertilizó —de acuerdo con las recomendaciones derivadas del análisis de suelo hecho— a 60 kg ha^{-1} de fósforo (P_2O_5) en la forma de fosfato diamónico, 65 kg ha^{-1} de nitrógeno (N) en la forma de urea y 42 kg ha^{-1} de potasio (K_2O) en la forma de sulfato de potasio. Una segunda dosis de N y K_2O, compuesta por 38 kg ha^{-1} cada una, fue aplicada 35 días después de la emergencia de las plantas. El manejo agronómico del cultivo fue principalmente manual, y se usaron algunos productos de síntesis química para el manejo de plagas limitantes como *Spodoptera frugiperda* Walker (Lepidoptera: Noctuidae).

DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3381



Proceso de polinización controlada

La polinización fue controlada o asistida entre plantas al interior de cada una de las parcelas, para garantizar la pureza genética de las accesiones durante la multiplicación de la semilla. En la fase de prefloración, se eliminaron plantas fuera de tipo y se seleccionaron los individuos más vigorosos y de mejor desempeño para ser polinizados. El pedúnculo de la mazorca fue cubierto con una bolsa parafinada tipo *glassine* antes de la emergencia de los estigmas (Figura 1). Al inicio de la liberación de polen, se ejecutó la programación de polinización en campo: se cubrió la panoja y se recogió el polen con una bolsa de papel (tipo kraft). Al día siguiente, cada panoja donadora fue sacudida ligeramente para recoger el polen liberado y se retiró la bolsa cuidadosamente. En las plantas seleccionadas, las mazorcas con estigmas lo suficientemente expuestos —pero protegidos— fueron polinizadas al depositar directamente el polen colectado sobre los estigmas. Inmediatamente después se cubrieron con una bolsa de papel.



FIGURA 1. Polinización controlada de las accesiones de maíz a incrementar. **A** aislamiento de la inflorescencia femenina con bolsas tipo glassine, **B** recolección del polen con bolsas tipo kraft, **C** fecundación de los estigmas con el polen seleccionado, **D** inflorescencias femeninas polinizadas y aisladas.

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3381



Caracterización preliminar morfoagronómica de las accesiones

Durante el desarrollo del cultivo se emplearon 28 variables del descriptor del IBPGR [53], para caracterizar morfológica y agronómicamente las accesiones, en al menos 20 plantas y/o mazorcas (Tabla 2).

TABLA 2. Descriptores de maíz del IBPGR empleados en este estudio.

Variable	Descripción
Floración masculina (días)	Se evaluó desde el inicio de la floración. Se contaron las plantas de cada hilera y cuando el 50 % de estas emitieron polen, se contabilizaron los días transcurridos desde la siembra hasta ese momento.
Floración femenina (días)	Se evaluó desde el inicio de la floración. Se contaron las plantas de cada hilera y cuando el 50 % de estas presentaron estigmas receptivos, se contabilizaron los días transcurridos desde la siembra hasta dicho momento.
Altura de la planta (cm)	Transcurridas tres semanas desde el final de la floración, se midió la distancia desde el nivel del suelo hasta la inserción de la hoja bandera, en veinte plantas por accesión.
Altura de la mazorca (cm)	Se midió la distancia desde el nivel del suelo hasta la inserción de la primera mazorca, en veinte plantas por accesión.
Coloración por antocianinas en raíces adventicias	Se registró el color de las raíces adventicias con base en la siguiente escala: (1) ausente, (3) media y (5) fuerte. Los valores (3) y (5) corresponden a colores morado, rojo o café.
Color del tallo	Se indicaron hasta 3 colores del tallo ordenados por su frecuencia, en el momento de la floración. Se observó entre las 2 mazorcas más altas y se empleó esta escala: (1) verde, (2) rojo sol, (3) rojo, (4) morado y (5) café.
Acame de raíz	Se registró el número de plantas acamadas de raíz, dos semanas antes de la cosecha. Luego se expresó en porcentaje, según el número de plantas en la parcela.
Acame de tallo	Se registró el número de plantas acamadas de tallo, dos semanas antes de la cosecha. Luego se expresó en porcentaje, según el número de plantas en la parcela.
Aspecto de la planta	Se calificaron estéticamente las condiciones de la planta; se consideró la relación altura planta-mazorca, enfermedades, color de las hojas, y presencia de foliolos, según esta escala: (1) mala, (3) media y (5) buena.
Enfermedades	Se registró la tolerancia a las principales enfermedades en la planta. Se usó la siguiente escala: (1) baja, (3) media y (5) alta; y se reportaron las principales enfermedades observadas.
Pubescencia foliar	Se calificó sobre la hoja de la mazorca superior durante la floración. Se empleó la siguiente escala: (3) escasa, (5) intermedia y (7) densa.
Orientación de la hoja	Se registró después de la floración, según fueran (1) erectas o (2) colgantes.
Coloración de la panoja por antocianinas	Se observaron las glumas y se determinó si estaban (1) ausentes o (2) presentes. Si estaban presentes, se indicó su color.
Densidad del polen	Se indicó cualitativamente la densidad de liberación de polen así: (1) baja, (3) media y (5) abundante.
Coloración por antocianinas en los estigmas	Se observaron los estigmas y se indicó si estaban (1) ausentes o (2) presentes. Si estaban presentes, se registró su color.
Forma de la mazorca	Se catalogó de acuerdo con esta guía: (1) cilíndrica, (2) cilíndrica-cónica, (3) cónica, (4) esférica.
Disposición de las hileras	Se determinaron de acuerdo con esta clasificación: (1) regular, (2) irregular, (3) recta, (4) en espiral.
Número de hileras de granos	Se contaron las hileras de granos en la parte central de la mazorca.
Número de granos por hilera	Se contó el número de granos, por hilera, de la mazorca superior desde la base hasta el ápice.

DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3381



Variable	Descripción
Peso de mazorcas a la cosecha (g)	A la cosecha, se registró el peso en fresco del total de mazorcas cosechadas.
Longitud de la mazorca (cm)	Se midió la distancia comprendida desde la base hasta el ápice de la mazorca superior.
Diámetro de la mazorca (cm)	Se midió en la parte central de la mazorca.
Color de la tusa	Se usó la siguiente codificación: (1) blanco, (2) rojo, (3) café, (4) morado, (5) jaspeado, (6) otro. Si otro, se indicó dicho color.
Tipo de grano	Se indicó, como máximo, tres tipos de granos según la frecuencia, así: (1) harinoso, (2) semiharinoso «una capa externa de endospermo duro», (3) dentado, (4) semidentado «entre dentado y cristalino, pero más parecido al dentado», (5) semicristalino «cristalino de capa suave», (6) cristalino, (7) reventador, (8) dulce, (9) opaco-2, (10) tunicado, (11) ceroso.
Color del grano	Se refirió a la apariencia externa. Se indicaron como máximo tres colores en orden de frecuencia, así: (1) blanco, (2) amarillo, (3) morado, (4) jaspeado, (5) café, (6) anaranjado, (7) moteado, (8) capa blanca, (9) rojo.
Peso de 100 granos (g)	Se pesaron 100 granos de maíz con su contenido de humedad (CH) al 12 %.
Desgrane (%)	Se midió a partir del peso de las mazorcas con y sin su raquis.
Rendimiento por hectárea (kg/ha)	Fue el cálculo del rendimiento potencial teniendo en cuenta el peso de la mazorca y el porcentaje de desgrane; se consideró una población de 62.500 plantas/hectárea

Cosecha

Las accesiones se cosecharon en mayo del 2024, 180 días después de siembra (dds), cuando presentaron madurez fisiológica y un contenido de humedad (CH) de grano del 18 %, aproximadamente. Solo se cosecharon las mazorcas recubiertas por la bolsa de papel, para garantizar que dichos materiales provenían de la polinización controlada descrita previamente. Cada accesión se cosechó, empacó y rotuló separadamente. Las mazorcas cosechadas que tuvieron CH alrededor del 18 % se trasladaron al laboratorio de semillas y se dispusieron en un cuarto de secado por un periodo de 24 a 30 horas a 28 °C y con HR entre el 28 % y 30 %, hasta llegar a un CH del 12 %. Una vez el CH fue el esperado, las mazorcas se retiraron del cuarto de secado y se evaluaron las variables morfoagronómicas de mazorcas y granos. Posteriormente, se seleccionaron las mazorcas sin daños o deformaciones para el desgrane.

Cada accesión cosechada se revisó manualmente por técnicos del BGAA para eliminar semilla sin calidad física y sanitaria (partida, fracturada, dañada o enferma). Luego, cada accesión se empacó y rotuló en bolsas trilaminadas de 1 kg, y se selló al vacío, condición favorable para la viabilidad de la semilla. Finalmente, la semilla se almacenó entre 0 °C y 5 °C en cuartos fríos a 40 % de HR hasta su entrega final en junio del 2024.

Rematriación

La rematriación implica la restitución, recuperación y devolución a su lugar de origen de elementos culturales, recursos naturales o conocimientos que han sido desplazados o perdidos a lo largo del tiempo [54]. En el contexto agrícola y biocultural de la semilla —en el cual AGROSAVIA ha forjado una valiosa y larga experiencia gracias a trabajos mancomunados con comunidades campesinas y étnicas— proponemos que "rematriar"

DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3381



es la recuperación, incremento y retorno de semillas nativas a las comunidades agricultoras locales de las cuales provenían. De esta manera, concordamos con la propuesta de Búrquez et al. [55], la cual plantea que la Rematriación implica el reconocimiento del derecho de las comunidades sobre las variedades locales cultivadas, los paisajes y las tradiciones asociadas a estos recursos.

La conceptualización de la estrategia que denominamos Rematriación en el contexto de las comunidades campesinas y étnicas, fue abordada específicamente con el pueblo indígena Kamëntsá-biyá, y siguió un enfoque metodológico participativo e interdisciplinario [56].

La primera parte del trabajo incluyó una revisión bibliográfica exhaustiva de estudios de caso y de informes técnicos relacionados con procesos de Rematriación, de agrobiodiversidad y del impacto de la pérdida de las semillas nativas y criollas en comunidades campesinas y étnicas. Con la participación continua de miembros de las comunidades locales, se exploraron percepciones, conocimientos y experiencias en torno a la agricultura, la conservación de semillas y la Rematriación. Los datos cualitativos recopilados fueron analizados mediante un enfoque inductivo. Finalmente, los resultados preliminares fueron presentados a la comunidad participante para su validación y enriquecimiento, con lo que se aseguró la representatividad y relevancia de la conceptualización de la Rematriación localmente.

La estrategia de Rematriación de AGROSAVIA se desarrolló con base en los siguientes pilares:

- Comprensión y respeto cultural: se fundamentó en el reconocimiento de las tradiciones, conocimientos y prácticas agrícolas de las comunidades como activos fundamentales para el desarrollo agrícola sostenible. Además, facilitó el entendimiento del contexto histórico, social, cultural y agrícola, y validó la experiencia y los conocimientos ancestrales para asegurar que la iniciativa fuese culturalmente apropiada y pertinente.

- Participación comunitaria constante: esta garantizó que las comunidades locales se vincularan y beneficiaran durante todo el proceso de Rematriación. De esta manera se logró la aceptación local, se aseguró la relevancia y se favoreció la sostenibilidad de la estrategia en las comunidades beneficiarias.

- Restitución: permitió el retorno o entrega de semillas nativas o criollas de importancia cultural y espiritual para la comunidad. Como valor agregado, estas semillas cumplen con todos los atributos de calidad (física, genética, fisiológica y sanitaria) [19, 20]. Las semillas para la restitución pueden provenir de procesos comunitarios de almacenamiento o recolección, o pueden estar conservadas en los BGAA.

- Fortalecimiento de los sistemas locales: se fomentó la integración de conocimientos científicos adaptados a las necesidades locales, y fueron complementados con prácticas de saberes tradicionales. Así se robustecieron los sistemas de producción y conservación de semillas de las comunidades.

DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3381



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Red de Guardianes de Semilla del Pueblo Kamëntsá-biyá

Se constituyó y fortaleció la Red de Guardianes de Semilla del Resguardo Kamëntsá-biyá. Con ella, se concertaron las pautas para rematriar las semillas de maíz provenientes del BGAA a su territorio. El proceso partió del reconocimiento de las prácticas culturales asociadas a la producción de alimentos, de sus imaginarios y las representaciones asociadas al *jajañ* que los Kamëntsá-biyá mantienen y reproducen continuamente. El *jajañ* condensa la riqueza y variedad de especies alimentarias, medicinales, maderables y espirituales que determinan la identidad colectiva y que son expresión del conocimiento ancestral forjado en el tiempo. En este complejo —pero armonioso— sistema de interrelaciones, el maíz es parte de la diversidad de plantas cultivadas con varios usos: es alimento, se utiliza como guía o tutor para plantas enredaderas y enriquece el suelo en forma de abono.

Las semillas conservadas en el BGAA y multiplicadas por AGROSAVIA para la Rematriación requerían ser incrementadas por la red de guardianes para su posterior distribución, intercambio y uso por parte de toda la comunidad. Se acordó que la red incrementase la semilla rematriada en el sistema de *jajañ*, trabajo hecho por diez guardianes seleccionados por la comunidad, con un manejo de los lotes combinado entre prácticas tradicionales del *jajañ* y recomendaciones técnicas para la multiplicación, desarrollo del cultivo y obtención de semilla de calidad dadas por AGROSAVIA.

La selección de los diez guardianes incluyó etapas de diálogo y concertación para que se apropiara el propósito de la Rematriación de manera sinérgica con los principios del *jajañ*. Al pueblo Kamëntsá-biyá, AGROSAVIA le retornó 2 kg de semilla por accesión. En cada *jajañ* se establecieron parcelas para la siembra de 1 kg de semillas, mientras que el otro kilogramo se conservó para futuras resiembras o para establecer nuevas parcelas.

Adicionalmente, se consideraron aspectos como la disponibilidad de un área apropiada para la producción de maíz, las condiciones de fertilidad del suelo, la poca probabilidad de sufrir inundaciones y que el lote estuviese aislado o separado de otras siembras de maíz para evitar cruzamientos indeseados de las accesiones. Para la selección de los lotes, empleamos la guía "Historia de uso y revisión del lote para la producción de semilla" [21], adaptándola al cultivo de maíz. Un factor fundamental para ser nombrado guardián fue el conocimiento del cultivo por parte de los candidatos, además del interés de convertirse en multiplicadores de dicha semilla y de sus conocimientos interculturales (es decir, la complementación técnica, científica y ancestral) asociados a la siembra de maíz.

Caracterización de materiales y obtención de semilla

Al final del ciclo del cultivo (180 dds), se cosecharon las mazorcas provenientes de la polinización controlada y se procedió con la postcosecha y beneficio en el laboratorio. El CH de los materiales se estandarizó en 12 %, condición que favorece tanto la calidad fisiológica como la sanitaria en el almacenamiento. En promedio se obtuvieron 3 kg de semilla de calidad de cada accesión. Esta se empacó en bolsas trilaminadas selladas al vacío y se rotuló con la información de cada accesión. Simultáneamente, se reintegraron al BGAA 300 g de semilla por accesión. La semilla incrementada fue fotografiada (Figuras 2 y 3), digitalizada y se

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3381



registraron 28 variables morfoagronómicas (cuantitativas y cualitativas) de plantas, mazorcas y granos. Esta información permitió ampliar y actualizar la información del pasaporte de cada accesión en la base de datos del BGAA. Las variables registradas de cada accesión se detallan en las Tablas 3 y 4. Todas las accesiones presentaron características de maíces de trópico alto, con rusticidad y variabilidad normales para genotipos nativos o criollos, principalmente en altura, presencia de antocianinas en sus estructuras, y variación en el color y tipo de grano. Gómez y otros [57] establecieron que la variabilidad de los maíces criollos se genera por el efecto genético, el ambiental y por la interacción de estos dos. Dicha variabilidad se manifiesta en campo en la altura de la planta, el tamaño de la mazorca, el color del grano, la resistencia a enfermedades y la cobertura de la mazorca.

TABLA 3. Variables cuantitativas de las accesiones de maíz incrementadas.

Variables	Accesión									
	Putumayo 307	Putumayo 317	Putumayo 343	Putumayo 344	Putumayo 345	Putumayo 346	Putumayo 359	Putumayo 362	Putumayo 364	Putumayo 374
Altura de la mazorca (cm)	201	207	220	163	205	192	193	148	204	163
Altura de la planta (cm)	329	317	354	275	332	302	307	249	319	271
Floración femenina (días)	91	99	92	91	86	92	95	86	90	92
Floración masculina (días)	92	100	93	92	87	94	96	88	91	94
Acame de raíz (%)	7,3	0	0	2,4	4,0	0,8	2,3	1,9	0,8	0
Acame de tallo (%)	0	0,4	1,4	0	0,5	0,8	0	0,0	0,4	2,0
Longitud de la mazorca (cm)	13,3	11,2	15,9	12,7	14,2	14,4	11,6	11,7	13,2	15,0
Diámetro de la mazorca (cm)	4,9	4,2	4,7	4,9	4,8	5,1	4,9	4,4	4,1	4,4
Desgrane (%)	0,81	0,85	0,84	0,82	0,88	0,84	0,84	0,82	0,85	0,82
Número de granos por hilera	23	22	26	20	24	23	19	21	26	24
Número de hileras de granos	16	14	16	14	12	14	14	12	14	14
Peso de mazorcas a la cosecha (g)	148,9	87,9	170,1	134,5	175,1	183,3	135,8	125,9	121,9	134,7
Peso de 100 granos (g)	35,5	23,0	32,1	43,2	50,9	48,3	42,2	41,6	25,9	38,11
Rendimiento por hectárea (kg/ha)	7.538	4.669	8.930	6.893	9.630	9.623	7.129	6.452	6.475	6.903

DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3381



TABLA 4. Variables cualitativas de las accesiones de maíz incrementadas

Variables	Accesión									
	Putumayo 307	Putumayo 317	Putumayo 343	Putumayo 344	Putumayo 345	Putumayo 346	Putumayo 359	Putumayo 362	Putumayo 364	Putumayo 374
Coloración por antocianinas en raíces adventicias	media	ausente	media	media	fuerte	ausente	media	media	ausente	media
Color del tallo	morado	café	café	morado	verde	morado	verde	morado	verde	verde
Aspecto de la planta	buena	media	media	media	buena	media	media	buena	media	buena
Enfermedades	alta	media	alta	alta	baja	alta	media	media	media	alta
Pubescencia foliar	escasa	escasa	escasa	escasa	intermedia	intermedia	intermedia	intermedia	escasa	escasa
Orientación de la hoja	erecta	erecta	erecta	erecta	erecta	erecta	erecta	erecta	erecta	erecta
Coloración de la panoja por antocianinas	presente	presente	presente	presente	presente	presente	presente	presente	presente	presente
Densidad del polen	media	media	media	media	media	media	media	media	media	media
Coloración por antocianinas en los estigmas	ausente	presente	presente	presente	presente	presente	presente	presente	presente	presente
Forma de la mazorca	cilíndrica - cónica	cilíndrica - cónica	cilíndrica - cónica	cilíndrica - cónica	cilíndrica	cilíndrica - cónica	cilíndrica - cónica	cilíndrica	cilíndrica - cónica	cilíndrica - cónica
Disposición de las hileras	recta	regular	recta	en espiral, recta	recta	recta, en espiral	en espiral	recta, en espiral	recta, en espiral	en espiral, recta
Color de la tusa	jaspeado	blanco	blanco	blanco	blanco	rojo	blanco	blanco	blanco	blanco
Tipo de grano	cristalino	semi cristalino	semi cristalino	cristalino	cristalino	cristalino	cristalino	cristalino	cristalino	semi cristalino
Color del grano	amarillo	amarillo	blanco	blanco	amarillo	blanco	blanco	anaranjado	amarillo	blanco

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3381



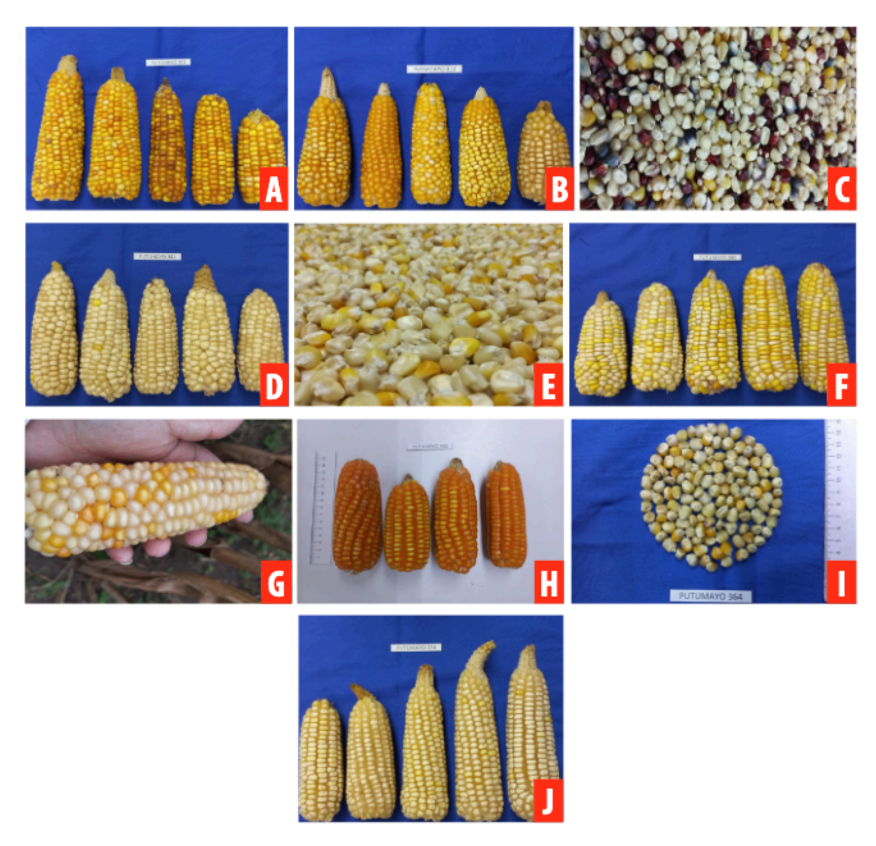


FIGURA 2. Maíces rematriados al pueblo Kamëntsá-biyá. **A** Putumayo 307, **B** Putumayo 317, **C** Putumayo 343, **D** Putumayo 344, **E** Putumayo 345, **F** Putumayo 346, **G** Putumayo 359, **H** Putumayo 362, **I** Putumayo 364, y **J** Putumayo 374.

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3381



FIGURA 3. Cortes transversales de las mazorcas de las diez acciones de maíz rematriadas al pueblo Kamëntsá-biyá. **A** Putumayo 307, **B** Putumayo 343, **C** Putumayo 317, **D** Putumayo 344, **E** Putumayo 345, **F** Putumayo 362, **G** Putumayo 374, **H** Putumayo 364, **I** Putumayo 346, y **J** Putumayo 359.

El promedio de días para floración femenina y masculina fue de 91 y 92, respectivamente, presentaron una sincronía floral apropiada para garantizar la correcta fecundación de la accesión, y con una respuesta normal frente a un ciclo de producción de maíces de trópico alto. La altura de la mazorca, en promedio, fue mayor a 180 cm en todas las accesiones y la altura de la planta osciló alrededor de los 300 cm, con una relación entre ellas de 0,63. Esto sugiere que las mazorcas de estas accesiones no tienen una distribución balanceada con respecto a la estructura total de la planta, lo que podría favorecer volcamientos en ciertas condiciones climáticas.

El índice promedio de desgrane fue de 0,83; valor aceptable y no distante del índice para un maíz comercial (0,80); lo que indica que estas accesiones tienen buen potencial productivo bajo buenas condiciones agronómicas y climáticas, y que representan una

DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3381



buena oportunidad económica para las comunidades que usarán estos materiales. Las accesiones Putumayo 359 y Putumayo 344 presentaron el menor número de hileras, mazorcas más delgadas y con menor número de granos por mazorca. Esta condición está altamente correlacionada con el rendimiento potencial por hectárea, y efectivamente, estas accesiones tuvieron los menores desempeños productivos. Los rendimientos de las accesiones superaron los 7000 kg/ha.

En las 10 accesiones la orientación de las hojas fue erecta, lo que favorece una buena interceptación de luz y permite usar un mayor número de plantas por hectárea. Igualmente, la mayoría fue tolerante a enfermedades y presentaron antocianinas en estigmas y panojas. Las mazorcas tuvieron formas cónicas y disposiciones rectas de las hileras. El color del grano primario varió entre amarillo y blanco. La mayoría de los materiales presentó coloraciones secundarias y en algunos casos terciarias, con las excepciones de Putumayo 362 (con coloraciones anaranjadas) y Putumayo 344 (de color blanco).

La variabilidad genética de los maíces criollos depende altamente de la conservación tradicional desarrollada por los agricultores *in situ* [58]. Sin embargo, para mejorar dichos procesos de conservación es fundamental identificar y conocer la agrobiodiversidad de estos maíces para estructurar procesos óptimos y sólidos de almacenamiento y de conservación.

La Rematriación —que desarrolló AGROSAVIA— incluyó la elaboración de una cartilla para el reconocimiento y el manejo de las accesiones de maíz, en la que se detallaron los aspectos morfológicos de cada material para su adecuada identificación. Además de ser bilingüe (Español-Kamëntsá), la cartilla tiene un formato sencillo y de fácil apropiación por la comunidad. Asimismo, se incluyeron algunas recomendaciones para incrementar y conservar las semillas con calidad en un sistema tradicional de producción. Así, los guardianes tienen un documento con la información básica para continuar con los procesos de multiplicación de semilla *in situ*.

Este material fortalece las estrategias de mitigación frente a la pérdida de la agrobiodiversidad por efectos humanos o de la variabilidad climática. Con este trabajo, AGROSAVIA fomenta y consolida procesos de recuperación y conservación de materiales tradicionales y locales, así como la preservación de la riqueza cultural y de los conocimientos ancestrales, con las comunidades en sus territorios.

Los sistemas locales de producción de semilla y la semilla de calidad

Las redes de agricultores transfieren todo tipo de material vegetal reproductivo (v. g., semillas, esquejes, tubérculos, estacas, etc.) de especies domesticadas o no, por medio de distintos intercambios entre agricultores como regalos, donaciones, compras y trueques, fuera de los sectores comerciales regulados [18]. Las redes de semillas de los agricultores tienen un impacto importante y una contribución a la agricultura, muchas veces no reconocida y que no ha sido estudiada lo suficiente [18]. Estos intercambios brindan beneficios, pero también conllevan ciertos riesgos.

El movimiento y transporte de semillas y granos facilita e incrementa la movilidad y dispersión de micotoxinas, especies invasoras, plagas, patógenos y enfermedades a

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3381



niveles local, nacional, regional y global, tanto en el maíz como en otras especies [59, 60, 61, 62, 63]. Los movimientos de semilla distribuyen problemas que viajan en o con la semilla misma [9, 64, 65, 66, 67, 68]. Los brotes de enfermedades de plantas siguen en aumento y son una amenaza constante a la seguridad alimentaria mundial, especialmente en zonas vulnerables [69]. Por todo lo anterior, es muy importante tener claro los riesgos que la movilización de semilla y de grano sin calidad tiene para los sistemas de semilla y los sistemas de producción agrícola.

El uso y reúso de semillas con plagas y enfermedades incrementa y multiplica dichos problemas sanitarios con el tiempo, lo que dificulta mucho más su manejo y en ocasiones lleva a la pérdida del cultivo o de sus productos [70, 71].

Buena parte del éxito de un sistema de producción local inicia con sus semillas, las cuales deben estar libres de plagas, patógenos y enfermedades; deben ser semillas que tengan condiciones óptimas de germinación y vigor, semillas sin fracturas y enteras; y que estén libres de semillas de malezas o de otras especies; es decir, debe ser semilla con calidad [6, 20]. De esta manera se disminuye la probabilidad de introducción de problemas sanitarios a zonas libres de estos y se limitan o previenen procesos de invasión y saturación de plagas y patógenos [9]. Una meta de los sistemas locales de semilla es que los agricultores tengan acceso a semillas de calidad, seguras y adaptables de los materiales deseados [72]. Es fundamental movilizar y usar semilla de calidad durante los intercambios de semilla a nivel local, en las entregas de los programas de fomento, y en los procesos de Rematriación para evitar la introducción, dispersión, invasión y saturación de plagas y patógenos. Por ello es importante fortalecer las redes de semillas en aspectos como la calidad de la semilla, en particular la sanitaria.

Acercamiento a la comunidad, construcción de confianza y ejercicios técnicos

La constitución de la red de guardianes del resguardo Kamëntsá-biyá, así como los procesos de rescate, incremento y conservación de semilla, fueron los resultados de la intervención mediada por la generación de confianza, la apertura a nuevas visiones y a distintos esquemas de pensamiento.

El acercamiento a la comunidad y los acuerdos logrados se desarrollaron en el marco de "diálogos de saberes interculturales", en los que se identificaron necesidades como el rescate y la conservación de semillas nativas de maíz. Este proceso —forjado con diálogos horizontales y constructivos— construyó una relación de confianza y reciprocidad entre los Kamëntsá-biyá y AGROSAVIA, la que permitió la producción colectiva de conocimientos a partir del saber tradicional Kamëntsá-biyá y del conocimiento científico y técnico liderado por AGROSAVIA. Se consensuaron principios como el trabajo en red, los bancos locales de semilla, los criterios para la conservación y mantenimiento de la calidad de la semilla y la trazabilidad, entre otros. Todo en conjunto robustece la Rematriación de los maíces en el Valle de Sibundoy, Putumayo, con el pueblo Kamëntsá-biyá.

La Rematriación

La rematriación es la restauración de las semillas para retornarlas a sus comunidades nativas, e implica un acto de respeto, que reconoce su valor intrínseco [45]. Esta busca

DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3381



preservar la diversidad genética vegetal y mantener vivas las prácticas agrícolas tradicionales y el conocimiento ecológico que las comunidades han desarrollado a lo largo de generaciones alrededor de dichas plantas. Por esto, la Rematriación difiere significativamente del enfoque tradicional de conservación de semillas, que a menudo se centra en la acumulación y control de recursos genéticos *in situ* o *ex situ*.

En Norteamérica, la red de guardianes de semillas "Seed Keepers Network" fomenta la rematriación de semillas nativas desde instituciones que las han recolectado o recibido para devolverlas a las comunidades de donde provienen [73]. En Colombia, después de la firma del Convenio sobre la Diversidad Biológica (1992), el gobierno nacional promovió la creación de los BGAA en 1994, con base en las colecciones de trabajo del ICA [26]. Desde entonces, la conservación de estos recursos biológicos ha sido asignada a AGROSAVIA, con el principal objetivo de preservar la diversidad genética, garantizar su viabilidad, distribución y uso para las comunidades. Por ello, los BGAA son la principal fuente para el programa de Rematriación.

El proceso de Rematriación cuenta con el acompañamiento continuo de AGROSAVIA hacia la comunidad, en este caso los Kamëntsá-biyá, el cual reconoce y valora las prácticas, usos y costumbres tradicionales que determinan su identidad cultural. La validación y fomento de las prácticas productivas asociadas al *jajañ* representan un punto de encuentro entre los principios que rigen el devenir de los Kamëntsá-biyá en el territorio y los que AGROSAVIA propone para propiciar escenarios agrícolas sostenibles, con la recuperación de la agrobiodiversidad y la implementación del uso de semilla de calidad —libre de problemas como plagas, patógenos, especies invasoras y enfermedades—, así como la conservación de los conocimientos tradicionales. Esta sinergia, en conjunto con el reconocimiento mutuo y el establecimiento de relaciones de confianza, va más allá de las iniciativas previas desplegadas en la zona, ya que ha logrado la apropiación y el empoderamiento de la comunidad por medio de la Rematriación.

Así, la Rematriación de semillas nativas se posiciona como una iniciativa estratégica para el desarrollo nacional, la cual contribuye al fortalecimiento de los sistemas locales de producción de las comunidades, mejora la seguridad alimentaria y aúna por la preservación de la agrobiodiversidad como un recurso fundamental para el futuro de Colombia. El proceso de Rematriación, liderado por AGROSAVIA, se suma a una red de esfuerzos implementados en el país que reconoce las necesidades de los agricultores y que refleja el compromiso de AGROSAVIA con la restitución de prácticas agrícolas, la preservación de la memoria cultural, la autonomía en los territorios y la conservación de la agrobiodiversidad.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al pueblo indígena Kamëntsá-biyá, en especial a los líderes del componente de semillas que participaron en la Rematriación y a su Red de Guardianes de Semillas. Igualmente, al Departamento de Agrobiodiversidad de AGROSAVIA por el mantenimiento permanente de las accesiones de maíces nativos y criollos, y por permitir el acceso a estos materiales para su incremento y retorno al pueblo indígena. Los autores agradecemos el apoyo y la colaboración de Yeimy A. Izquierdo Cujar;




al igual que a la Red Latinoamericana del Maíz (proyecto Tech-Maíz) del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), por fomentar la difusión del conocimiento y de nuevas tecnologías en la región.

Igualmente, le agradecemos al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia por la financiación dada a este trabajo, en el marco del proyecto "Fortalecimiento al Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA) en su objetivo 2: Consolidar los lineamientos para el diseño, conformación y seguimiento de los Sistemas Territoriales de Innovación con enfoque diferencial con la comunidad Kamëntsá-Biyá (Sibundoy, Putumayo)". Este proyecto fue ejecutado por AGROSAVIA y el Cabildo Kamëntsá-Biyá".

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Julio Ramírez Durán contribuyó con la idea, desarrolló diálogos interculturales, participó en la conceptualización y ejecución del proceso y escribió el artículo.

John F. Hernández Nopsa contribuyó con la idea, desarrolló diálogos interculturales, participó en la conceptualización y ejecución del proceso y escribió el artículo.

Luis F. Rincón Manrique desarrolló diálogos interculturales, participó en la ejecución del proceso y escribió el artículo.

Karen V. Osorio Guerrero participó en el incremento de semillas de calidad, en la conceptualización de ideas y escribió el artículo.

Manuel A. Guzmán Hernández participó en el incremento de semillas de calidad, y escribió el artículo.

Juliene A. Barreto Rojas participó en la conceptualización de ideas y escribió el artículo.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3381



REFERENCIAS

[1] Rangel-Ch & Orlando, J. O (2015). La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 39*, 176-200. http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.136

[2] Huddart, J. E. A., Crawford, A. J., Luna-Tapia, A. L., Restrepo, S., & Di Palma, F. (2022). EBP-Colombia and the bioeconomy: Genomics in the service of biodiversity conservation and sustainable development. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 119*(4). https://doi.org/10.1073/pnas.2115641119

[3] Mamo, Dwayne. (2024). El Mundo Indígena. Grupo Internacional de Trabajo sobre Asuntos Indígenas. *IWGIA*. https://shorturl.at/6oOhG

[4] Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2019). Población indígena de Colombia: resultados del censo nacional de población y vivienda 2018. *DANE*. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/grupos-etnicos/presentacion-grupos-etnicos-2019.pdf

[5] Pautasso, M., Aistara, G., Barnaud, A., Caillon, S., Clouvel, P., Coomes, O. T., Deletre, M., Demeulenaere, E., De Santis, P., Doring, T., Eloy, L., Emperaire, L., Garine, E., Goldringer, I., Jarvis, D., Joly, H. I., Leclerc, C., Louafi, S., Martin, P., Massol, F., McGuire, S., McKey, D., Padoch, C., Soler, C., Thomas, M., & Tramontini, S. (2013). Seed exchange networks for agrobiodiversity conservation. A review. *Agronomy for Sustainable Development, 33*, 151-175. https://doi.org/10.1007/s13593-012-0089-6

[6] Hernández Nopsa, J. F., Patiño Moscoso, M. A., Moreno Pérez, S., Valencia Sánchez, J. S., Pérez Cantero, S. P., & Ramírez Durán, J. (2023). Bancos Locales de Semilla en La Guajira: guía para su implementación. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA)*, Mosquera, Cundinamarca, Colombia. https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/view/370/403/2283-1

[7] Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. (2021). Resumen para los responsables de políticas de la revisión científica del impacto del cambio climático en las plagas de las plantas. Un desafío mundial en la prevención y la mitigación de los riesgos de plagas en la agricultura, la silvicultura y los ecosistemas. Roma. *FAO en nombre de la Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF)*. https://doi.org/10.4060/cb4777es

[8] Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. (2021). Revisión científica del impacto del cambio climático en las plagas de las plantas. Un desafío mundial en la prevención y la mitigación de los riesgos de plagas en la agricultura, la silvicultura y los ecosistemas. Roma. *FAO en nombre de la Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF)*. https://doi.org/10.4060/cb4769es

[9] Xing, Y., Hernandez Nopsa, J. F., Andersen, K. F., Andrade-Piedra, J. L., Beed, F. D., Blomme, G., Carvajal-Yepes, M., Coyne, D. L., Cuellar, W. J., Forbes, G. A., Kreuze, J. F., Kroschel, J., Kumar, P. L., Legg, J. P., Parker, M., Schulte-Geldermann, E., Sharma, K., & Garrett, K. A. (2020). Global cropland connectivity: A risk factor for invasion and saturation by emerging pathogens and pests. *BioScience, 70*(9), 744-758. https://doi.org/10.1093/biosci/biaa067

[10] Carvajal-Yepes, M., Cardwell, K., Nelson, A., Garrett, K. A., Giovani, B., Saunders, D. G. O., Kamoun, S., Legg, J. P., Verdier, V., Lessel, J., Neher, R. A., Day, R., Pardey, P., Gullino, M. L., Records, A. R., Bextine, B., Leach, J. E., Staiger, S., & Tohme, J. (2019). A global surveillance system for crop diseases. *Science, 364*(6447), 1237-1239. https://www.science.org/doi/full/10.1126/science.aaw1572

[11] Andrade-C, M. G. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas: Consideraciones para fortalecer la interacción ciencia-política. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 35*, 491-507. https://doi.org/10.18257/raccefyn.35(137).2011.2424

[12] Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Paris. *Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES)*. https://files.ipbes.net/ipbes-web-prod-public-files/inline/files/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers.pdf

[13] Penagos, Á. M., Parra, M. A., & Granados, S. (2022). La biodiversidad y el desarrollo agropecuario en Colombia: propuesta para avanzar hacia una transformación desde la perspectiva del desarrollo sostenible. Naturaleza y Sociedad. *Desafíos Medioambientales, (2), 51-67*. https://doi.org/10.53010/nys2.03



[14] Nagarajan, L., Smale, M., & Glewwe, P. (2007). Determinants of millet diversity at the household-farm and village-community levels in the drylands of India: The role of local seed systems. *Agricultural Economics, 36*(2), 157-167. https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2007.00195.x

[15] Buddenhagen, C. E., Hernández Nopsa, J. F., Andersen, K. F., Andrade-Piedra, J., Forbes, G. A., Kromann, P., Thomas-Sharma, S., Useche, P., & Garrett, K. A. (2017). Epidemic network analysis for mitigation of invasive pathogens in seed systems: Potato in Ecuador. *Phytopathology, 107*(10), 1209-1218. https://doi.org/10.1094/PHYTO-03-17-0108-FI

[16] Suárez, L., Hernández, M. M., & Ríos, H. (2005). Caracterización de los sistemas locales de manejo de la semilla de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en dos localidades del municipio La Palma, Pinar del Río. *Cultivos Tropicales, 26*(2), 59-63. https://www.redalyc.org/pdf/1932/193215934012.pdf

[17] Almekinders, C. J., Louwaars, N. P., & de Bruijn, G. H. (1994). Local seed systems and their importance for an improved seed supply in developing countries. *Euphytica, 78,* 207-216. https://doi.org/10.1007/BF00027519

[18] Coomes, O. T., McGuire, S. J., Garine, E., Caillon, S., McKey, D., Demeulenaere, E., Jarvis, D., Aistara, G., Barnaud, A., Clouvel, P., Emperaire, L., Louafi, S., Martin, P., Massol, F., Pautasso, M., Violon, C., & Wencélius, J. (2015). Farmer seed networks make a limited contribution to agriculture? Four common misconceptions. *Food Policy, 56*, 41-50. https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2015.07.008

[19] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2010). Seeds in Emergencies: A Technical Handbook (Vol. 202). *Food & Agriculture Organization of the UN (FAO).* http://www.fao.org/3/a-i1816e.pdf

[20] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y AfricaSeeds. (2019). Materiales para capacitación en semillas - Módulo 3: Control de calidad y certificación de semillas. *FAO.* https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/ca1492es

[21] Wagner-Medina, E. V., Valencia-Montoya, J. A., Caicedo-Arana, Á., & Hernandez Nopsa, J. F. (2023). Manual técnico para producir semilla asexual de calidad de plátano cv. Dominico Hartón por macropropagación. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, AGROSAVIA.* https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7406139

[22] Bishaw, Z., Makkawi, M., & Niane, A. A. (2009). Seed quality and alternative seed delivery systems. In The lentil: botany, production and uses (pp. 350-367). *Wallingford UK: CABI.* https://www.cabidigitallibrary.org/doi/abs/10.1079/9781845934873.0350

[23] Martínez, M. A., Gomes Junior, F. G., Arango, M. R., & Gallo, C. D. V. (2020). El análisis de calidad de semillas en un nuevo escenario tecnológico. *Para mejorar la producción.* https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/169910

[24] González Almario, C., Jiménez Sabogal, H. R., Rugeles Barandica, L. A., & Bejarano Garavito, D. H. (2020). Banco de germoplasma animal para la alimentación y la agricultura. *AGROSAVIA.* https://doi.org/10.21930/agrosavia.brochure.7404081

[25] Westengen, O. T., Skarbø, K., Mulesa, T. H., & Berg, T. (2018). Access to genes: Linkages between genebanks and farmers' seed systems. *Food Security, 10,* 9-25. https://doi.org/10.1007/s12571-017-0751-6

[26] González Almario, C., Jiménez Sabogal, H. R., Rugeles Barandica, L. A., Cañar Serna, D. Y., & Tibaduiza Castañeda, L. P. (2021). Contexto de los Bancos de Germoplasma para la Alimentación de la Nación Colombiana. En Conservación y manejo de la diversidad microbiana en los Bancos de Germoplasma para la Alimentación y la Agricultura en Colombia. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA),* cap. 1, 28–38. https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/36935

[27] Valencia, R. A., Lobo Arias, M. & Ligarreto, G. A. (2010). Estado del arte de los recursos genéticos vegetales en Colombia: Sistema de Bancos de Germoplasma. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 11(1)*, 85–94. https://www.redalyc.org/pdf/4499/449945028010.pdf

[28] González Almario, C., Jiménez Sabogal, H. R., Rugeles Barandica, L. A., Uribe Gutiérrez, L. A., García Riaño, J. L., Amaya Gómez, C. V., Criollo Campos, P. J., Estrada Bonilla, G. A., Pérez Moncada, U. A., Bonilla Buitrago, R. R., Rengifo Ibañez, M. C., Jiménez Velásquez, S. C., Torres Higuera, L. D., López Ardila, D. E., Beltrán, O. G., Ovalle Masmela, J. C., Herrera León, R. F., & Rodríguez Villamizar, F. (2020). Historia de los Bancos de Germoplasma de Microorganismos AGROSAVIA (BGM-A). *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.* https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/book/125

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3381



[29] Cerón-Souza, I., Delgadillo-Duran, D., Polo-Murcia, S. M., Sarmiento-Naizaque, Z. X., & Reyes-Herrera, P. H. (2023). Prioritizing Colombian plant genetic resources for investment in research using indicators about the geographic origin, vulnerability status, economic benefits, and food security importance. *Biodiversity and Conservation*, *32*(7), 2221-2261. https://doi.org/10.1007/s10531-023-02599-7

[30] Pace, B. A., Perales, H. R., Gonzalez-Maldonado, N., & Mercer, K. L. (2024). Physiological traits contribute to growth and adaptation of Mexican maize landraces. *Plos one, 19(2)*, e0290815. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0290815

[31] Kistler, L., Maezumi, S. Y., Gregorio de Souza, J., Przelomska, N. A. S., Malaquias Costa, F., Smith, O., Loiselle, H., Ramos-Madrigal, J., Wales, N., Ribeiro, E. R., Morrison, R. R., Grimaldo, C., Prous, A. P., Arriaza, B., Gilbert, M. T. P., de Oliveira Freitas, F., & Allaby, R. G. (2018). Multiproxy evidence highlights a complex evolutionary legacy of maize in South America. *Science, 362(6420),* 1309-1313. https://doi.org/10.1126/science.aav0207

[32] Kistler, L., Thakar, H. B., VanDerwarker, A. M., Domic, A., Bergström, A., George, R. J., Harper, T. K., Allaby, R. G., Hirth, K., & Kennett, D. J. (2020). Archaeological Central American maize genomes suggest ancient gene flow from South America. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 117(52)*, 33124-33129. https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.2015560117

[33] Roberts, L. M., Grant, U. J., Ramírez, R. E., Hatheway, W. H., Smith, D. L. & Mangelsdorf, P. C. (1957). Razas de maíz en Colombia. D.I.A., *Ministerio de Agricultura de Colombia, Oficina de Investigaciones Especiales. Boletín Técnico No 2. Bogotá, Colombia.* https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/34542

[34] Pardey-Rodríguez, C., García-Dávila, M. A., y Moreno-Cortés, N. (2016). Caracterización de maíz procedente del departamento del Magdalena, Colombia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, *17(2),* 167-190. https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/487/387

[35] Cardona, J. O. (2010). Análisis de diversidad genética de las razas colombianas de maíz a partir de datos Roberts et al., (1957) usando la estrategia Ward-MLM. CienciAgro *Journal de Ciencia y Tecnología Agraria*, *2(1)*, 199-207. http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/pdf/rca/v2n1/v2n1a03.pdf

[36] Medina Rey, J. M., Ortega Carpio, M. L., y Martínez Cousinou, G. (2021). ¿Seguridad alimentaria, soberanía alimentaria o derecho a la alimentación? Estado de la cuestión. *Cuadernos de Desarrollo Rural, 18*. https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr18.sasa

[37] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (1996). Declaración de Roma sobre la Seguridad Alimentaria Mundial. *FAO.* https://www.fao.org/4/w3613s/w3613s00.htm

[38] Ziegler, J. (2001). Derechos económicos, sociales y culturales: El derecho a la alimentación. *Naciones Unidas, Consejo Económico y Social. Comisión de Derechos Humanos.* https://documents.un.org/doc/undoc/gen/g01/110/38/pdf/g0111038.pdf

[39] Zimmerer, K. S. (2003). Geographies of seed networks for food plants (potato, ulluco) and approaches to agrobiodiversity conservation in the Andean countries. *Society & Natural Resources, 16(7),* 583-601. https://doi.org/10.1080/08941920309185

[40] Ricciardi, V. (2015). Social seed networks: Identifying central farmers for equitable seed access. *Agricultural Systems, 139,* 110-121. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.07.002

[41] Lugo-Castilla, S., Negrete-Yankelevich, S., Benítez, M., & Porter-Bolland, L. (2023). Seed exchange networks as important processes for maize diversity conservation and seed access in a highland region of Mexico. *Agroecology and Sustainable Food Systems, 47(10)*, 1461-1487. https://doi.org/10.1080/21683565.2023.2246417

[42] Labeyrie, V., Thomas, M., Muthamia, Z. K., & Leclerc, C. (2016). Seed exchange networks, ethnicity, and sorghum diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 113(1)*, 98-103. https://doi.org/10.1073/pnas.1513238112

[43] Nemogá, G. R. (2016). Diversidad biocultural: innovando en investigación para la conservación. *Acta biológica colombiana, 21(1)*, 311-319. https://www.redalyc.org/pdf/3190/319049262012.pdf

[44] Montaño, M. E., Sanabria-Diago, O. L., Manzano, R., & Quilindo, O. (2021). Ruta biocultural de conservación de las semillas nativas y criollas en el territorio indígena de Puracé, Cauca. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica, 24(1).* https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n1.2021.1771

[45] Huambachano, M. A. (2019). Soberanía alimentaria indígena: Recuperando el alimento como medicina sagrada en Aotearoa Nueva Zelanda y Perú. *New Zealand Journal of Ecology, 43(3)*. https://doi.org/10.20417/nzjecol.43.42

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3381



[46] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2011). Semillas en emergencias: manual técnico. *FAO.* https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/29be0477-eb32-4a34-a341-9b75b5ffe577/content

[47] Patiño Moscoso, M. A., Flórez Gómez, D. L., Hernández Nopsa, J. F., Castro Jiménez, A., González Almario, C., Forero Camacho, C. A., Vargas Ramírez, D. N., Cañar Serna, D. Y., Méndez Molano, E., Rodríguez Yzquierdo, G. A., Jiménez Sabogal, H. R., Valencia Sánchez, J. S., Ramírez Durán, J., Osorio Guerrero, K. V., Sarmiento Moreno, L. F., Medina Mérida, M. J., Rodríguez Mosquera, M. E., Rivera Rojas, M., Pulido Castro, S. X., y Lasso Paredes, Z. L. (2022). Lineamientos generales para la formulación, diseño y establecimiento de Bancos Locales de Semillas (BLS). *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).* https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405842

[48] Vernooy, R., Shrestha, P., Sthapit, B. & Ramírez, M. (2016). Bancos Comunitarios de Semillas: Orígenes, Evolución y Perspectivas. *Bioversity International, Lima, Perú.* https://hdl.handle.net/10568/79770

[49] Ramírez Durán, J., Cañar Serna, D. Y., Deantonio Florido, L. Y., & Hernández Nopsa, J. F. (2019). Manual técnico para la producción de plántulas de caña de azúcar para panela a partir de yemas individuales bajo las condiciones agroecológicas del municipio de Barbosa (Santander). *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Colombia.* https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual-17

[50] Arenas Rubio, I., Del Toro Aparicio, J. M., Moreno Pérez, S., Hernández Nopsa, J. F., Gutiérrez Berdugo, I. A., Berrocal Atilano, J. H., Guzmán Sánchez, L. F., Medina Mérida, M. J., Aguilar Aguilar, P. A., Soto Macea, R. J., Montero Cantillo, Y. D., & Ramírez Durán, J. (2022). Manual técnico para la producción de semilla de guandul (Cajanus cajan (L.) Huth) en Colombia. *Corporación colombiana de investigación agropecuaria (AGROSAVIA).* https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405255

[51] Holdridge, L. R. (1967). *Life zone ecology*. *Tropical Science Center, San José, Costa Rica.* https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/Amb-56.pdf

[52] Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2007). Estudio general de suelos y zonificación de tierras: departamento de Antioquia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

[53] International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR); International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT). (1991). Descriptors for Maize. *International Board for Plant Genetic Resources.* https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreams/afe74e02-40fb-4643-8960-bbd42c9a07cf/content

[54] McAlvay, A. C., Armstrong, C. G., Baker, J., Elk, L. B., Bosco, S., Hanazaki, N., Joseph, L., Martínez-Cruz, T. E., Nesbitt, M., Palmer, M. A., Priprá de Almeida, W. C., Anderson, J., Asfaw, Z., Borokini, I. T., Cano-Contreras, E. J., Hoyte, S., Hudson, M., Ladio, A. H., Odonne, G., … & Vandebroek, I. (2021). Ethnobiology phase VI: decolonizing institutions, projects, and scholarship. *Journal of Ethnobiology*, *41*(2), 170-191. https://doi.org/10.2993/0278-0771-41.2.170

[55] Búrquez, A., Martínez-Yrízar, A., Murphy, A. D., Luque, D., Boege, E., Rodríguez Martínez del Sobral, E., López Cruz, G., Ruíz Barranco, H., Bezaury-Creel, J., Barclay Briseño, K., Barrera-Bassols, N., Alarcón-Cháires, P., de la Maza Hernández, R., Machado Macías, S., Graf-Montero, S., Rojas González de Castilla, S., & Toledo, V. M. (2018). Tópicos bioculturales. Reflexiones sobre el concepto de bioculturalidad y la defensa del patrimonio biocultural de México. (V. M. Toledo & P. Alarcón-Cháires, Eds.). *Universidad Autónoma de México, Mexico.* https://patrimoniobiocultural.com/archivos/publicaciones/libros/Topicos_bioculturales.pdf

[56] Bell Rodríguez, R. F., Orozco Fernández, I. I., & Lema Cachinell, B. M. (2022). Interdisciplinariedad, aproximación conceptual y algunas implicaciones para la educación inclusiva. *Uniandes Episteme, 9(1),* 101-116. https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/EPISTEME/article/view/2518

[57] Gómez, F., Bueso, F., Reconco, R., Hughes-Hallett, P., Bentley, J., & Smith, M. (1995). Manual de mejoramiento y conservación del maíz criollo con pequeños agricultores. *Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Departamento de Agronomía. Centro Internacional de Tecnología de Semillas y Granos.* https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/fc8a5b87-cafd-4cdc-9e94-6bb263711d17/content

[58] Herrera-Cabrera, B. E., Castillo-González, F., Sánchez-González, J. J., Hernández-Casillas, J. M., Ortega-Pazkca, R. A., & Major-Goodman, M. (2004). Diversidad del maíz Chalqueño. *Agrociencia, 38(2),* 191-206. https://agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/313/313



[59] Hernandez Nopsa, J. F., Daglish, G. J., Hagstrum, D. W., Leslie, J. F., Phillips, T. W., Scoglio, C., Thomas-Sharma, S., Walter, G. H., & Garrett, K. A. (2015). Ecological networks in stored grain: Key postharvest nodes for emerging pests, pathogens, and mycotoxins. *BioScience, 65(10)*, 985-1002. https://doi.org/10.1093/biosci/biv122

[60] Wu, F. & Guclu, H. (2012). Aflatoxin regulations in a network of global maize trade. *Plos One*. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0045151

[61] Chapman, D., Purse, B. V., Roy, H. E., & Bullock, J. M. (2017). Global trade networks determine the distribution of invasive non-native species. *Global Ecology and Biogeography*, *26*(8), 907-917. https://doi.org/10.1111/geb.12599

[62] Garrett, K. A., Alcala-Briseno, R. I., Andersen, K. F., Buddenhagen, C. E., Choudhury, R. A., Fulton, J. C., Hernandez Nopsa, J. F., Poudel, R., & Xing, Y. (2018). Network Analysis: A Systems Framework to Address Grand Challenges in Plant Pathology. In J. E. Leach & S. E. Lindow (Eds.), *Annual Review of Phytopathology, 56*, 559-580. https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-080516-035326

[63] Garrett, K. A., Thomas-Sharma, S., Forbes, G. A., Hernandez Nopsa, J. F., & Plex Sula, A. I. (2023). Climate Change and Plant Pathogen Invasions. In L. Ziska (Ed.), Invasive Species and Global Climate Change 2nd Ed. *CABI*. https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/9781800621459.0003

[64] Pautasso, M., & Jeger, M. J. (2014). Network epidemiology and plant trade networks. *AoB Plants, 6*. https://doi.org/10.1093/aobpla/plu007

[65] Marshall, M., Sutherland, R., & Hulme, P. E. (2021). Assessing the role of plant trade networks in the vulnerability of forest nurseries to plant pathogens. *Australasian Plant Pathology, 50(6)*, 671-681. https://doi.org/10.1007/s13313-021-00816-x

[66] Andersen, K. F., Buddenhagen, C. E., Rachkara, P., Gibson, R., Kalule, S., Phillips, D., & Garrett, K. A. (2019). Modeling epidemics in seed systems and landscapes to guide management strategies: the case of sweet potato in Northern Uganda. *Phytopathology*, *109*(9), 1519-1532. https://doi.org/10.1094/PHYTO-03-18-0072-R

[67] Kumar, P. L., Cuervo, M., Kreuze, J. F., Muller, G., Kulkarni, G., Kumari, S. G., Massart, S., Mezzalama, M., Alakonya, A., Muchugi, A., Graziosi, I., Ndjiondjop, M., Sharma, R., & Negawo, A. T. (2021). Phytosanitary interventions for safe global germplasm exchange and the prevention of transboundary pest spread: the role of CGIAR germplasm health units. *Plants, 10(2)*, 328. https://doi.org/10.3390/plants10020328

[68] Buddenhagen, C. E., Rubenstein, J. M., Hampton, J. G., & Rolston, M. P. (2021). The phytosanitary risks posed by seeds for sowing trade networks. *Plos one, 16(11)*, e0259912. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259912

[69] Ristaino, J. B., Anderson, P. K., Bebber, D. P., Brauman, K. A., Cunniffe, N. J., Fedoroff, N. V., Finegold, C., Garrett, K. A., Gilligan, C. A., Jones, C. M., Martin, M. D., MacDonald, G. K., Neenan, P., Records, A., Schmale, D. G., Tateosian, L., & Wei, Q. (2021). The persistent threat of emerging plant disease pandemics to global food security. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 118(23)*, e2022239118. https://doi.org/10.1073/pnas.202223911

[70] Thomas-Sharma, S., Andrade-Piedra, J., Carvajal Yepes, M., Hernández Nopsa, J. F., Jeger, M. J., Jones, R. A. C., Kromann, P., Legg, J. P., Yuen, J., Forbes, G. A. & Garrett, K. A. (2017). A risk assessment framework for seed degeneration: Informing an integrated seed health strategy for vegetatively propagated crops. *Phytopathology, 107(10)*, 1123-1135. https://doi.org/10.1094/PHYTO-09-16-0340-R

[71] Thomas-Sharma, S., Abdurahman, A., Ali, S., Andrade-Piedra, J. L., Bao, S., Charkowski, A. O., Crook, D., Kadian, M., Kromann, P., Struik, P. C., Torrance, L., Garrett, K. A. & Forbes, G. A. (2016). Seed degeneration in potato: the need for an integrated seed health strategy to mitigate the problem in developing countries. *Plant Pathology, 65(1)*, 3-16. https://doi.org/10.1111/ppa.12439

[72] Nduwimana, I., Sylla, S., Xing, Y., Simbare, A., Niyongere, C., Garrett, K. A., & Bonaventure Omondi, A. (2022). Banana seed exchange networks in Burundi–Linking formal and informal systems. *Outlook on Agriculture, 51(3)*, 334-348. https://doi.org/10.1177/00307270221103288

[73] Indigenous Seed Keepers Network. (2019). Winona LaDuke's story of the origins to create a regional Indigenous seed keepers' network. *Indigenous Seed Keepers Network (ISKN)*. https://www.iskn.org